

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 7 日
Date of Application:

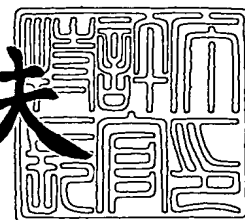
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 5 0 9 3 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 5 0 9 3 3]

出 願 人 株 式 会 社 デ ン ソ ー
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 IP7758

【提出日】 平成15年 2月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/60
G01L 19/06
G01L 9/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 上野 正人

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 渡辺 善文

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100100022

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 洋二

【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

【識別番号】 100108198

【弁理士】

【氏名又は名称】 三浦 高広

【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】**【識別番号】** 100111578**【弁理士】****【氏名又は名称】** 水野 史博**【電話番号】** 052-565-9911**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 038287**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体圧力センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電材料よりなる導体部（２）と、

圧力を検出してその検出値に応じたレベルの電気信号を発生する半導体よりなるセンサチップ（３）と、

前記センサチップと前記導体部とを電氣的に接続するボンディングワイヤ（５）と、

電氣的な絶縁性且つ柔軟性を有し、前記センサチップ及び前記ボンディングワイヤを被覆して保護する保護部材（６）とを備える半導体圧力センサにおいて、

前記ボンディングワイヤは、金とパラジウムから構成された合金よりなることを特徴とする半導体圧力センサ。

【請求項 2】 前記ボンディングワイヤ（５）の線径は $\phi 40 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体圧力センサ。

【請求項 3】 前記センサチップ（３）からの前記電気信号を処理するための回路チップを備えており、

前記回路チップと前記センサチップとは、第 2 のボンディングワイヤによって電氣的に接続されており、

前記回路チップおよび前記第 2 のボンディングワイヤも前記保護部材（６）によって被覆されて保護されており、

前記第 2 のボンディングワイヤは、金とパラジウムから構成された合金よりなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体圧力センサ。

【請求項 4】 前記ボンディングワイヤ（５）の線径は $\phi 40 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体センサチップとターミナルとの間またはセンサチップと回路チップとの間をボンディングワイヤにて接続し、これら接続された各部をゲル等

の保護部材で被覆してなる半導体圧力センサに関し、例えば、自動車の吸気圧センサ等に用いて好適である。

【0002】

【従来の技術】

この種の半導体圧力センサとしては、一般に、ターミナル等の導電材料よりなる導体部と、圧力を検出してその検出値に応じたレベルの電気信号を発生する半導体よりなるセンサチップと、センサチップと導体部とを電氣的に接続する金またはアルミからなるボンディングワイヤと、電氣的な絶縁性且つ柔軟性を有し、センサチップ及びボンディングワイヤを被覆して保護する保護部材とを備えるものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

そして、このセンサは、例えば、自動車エンジンのインテークマニホールド内の圧力を測定するセンサ、すなわち吸気圧センサ（MAPS: Manifold Absolute Pressure Sensor）等に適用される。この吸気圧センサは、インテークマニホールド圧の制御に使用するの基本となるセンサである。

【0004】

このような半導体圧力センサは、センサチップおよびボンディングワイヤをシリコーンゲルやフッ素ゲルといったゲル等からなる保護部材で被覆するため、フル充填ゲル構造と呼ばれることがある。ちなみに、これに対するものとして部分充填ゲル構造があるが、これは、センサチップは保護部材で被覆するが、ボンディングワイヤは被覆しない構造である。

【0005】

このフル充填ゲル構造は、部分充填ゲル構造に比べて、センサチップやボンディングワイヤの保護性に優れる。例えば、近年、自動車用の吸気圧センサでは、耐スラッジ性や耐氷結性、あるいはEGRガスによる汚染の影響等を考慮し、フル充填ゲル構造が主流となりつつある。

【0006】

また、このようなフル充填ゲル構造を持つ半導体圧力センサにおいては、必要

に依じて、センサチップからの電気信号を処理するための回路チップが備えられている。その場合、回路チップとセンサチップとは第2のボンディングワイヤによって電氣的に接続されており、回路チップおよび第2のボンディングワイヤも保護部材によって被覆されて保護されている。

【0007】

【特許文献1】

特開 2001-153746 号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記したフル充填ゲル構造の半導体圧力センサにおいては、センサチップと導体部間のボンディングワイヤ、あるいはセンサチップと回路チップの間のボンディングワイヤは、金またはアルミからなるワイヤにより行われている。

【0009】

特に、チップ上のボンディングパッドが一般にアルミ基材であるため、ボンディングワイヤとしては、アルミよりも接合強度に優れた金が用いられるのが主流である。

【0010】

しかしながら、上記したフル充填ゲル構造の半導体圧力センサにおいては、ゲル等からなる保護部材が冷熱サイクルによって膨張・収縮するため、ボンディングワイヤに応力が加わり、例えばワイヤのネック部が破壊する等、ボンディングワイヤの寿命の低下が問題となる。

【0011】

また、ボンディングワイヤの寿命を向上させるため、ワイヤの線径を大きくすると、チップ側のボンディングパッドの面積も大きくなるため、高集積化が望まれるチップ構成にとっては好ましくない。例えば、従来では、ワイヤの線径は $30\mu\text{m}$ から $40\mu\text{m}$ 程度であり、 $40\mu\text{m}$ より大きい線径とすることは、好ましくない。

【0012】

また、ボンディングワイヤの線径を大きくすれば、ワイヤの強度（剛性）が高くなる分、余分な応力がかかるため、ワイヤの寿命は低下し、コストも上がることになる。

【0013】

さらに、ボンディングワイヤの剛性が高すぎれば、ゲル等からなる保護部材の変位にワイヤが追従できず、保護部材に傷がつき、圧力サイクルにおいて保護部材内に気泡が発生する原因となる。また、同時に生じる保護部材の変位の大きさにボンディングワイヤが追従できず、ワイヤ断線を招く恐れが増す。

【0014】

そこで、本発明は上記問題に鑑み、フル充填ゲル構造を有する半導体圧力センサにおいて、ボンディングワイヤを極力太くすることなく、ボンディングワイヤの強度を向上させることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

ボンディングワイヤの強度を劣化させる原因としては、アルミ基材からなるボンディングパッドと金からなるボンディングワイヤとの間で、相互に、金とアルミが拡散することが考えられる。

【0016】

本発明者は、従来のボンディングワイヤが純金からなるものであるため、アルミが拡散しやすくなっていたと考え、ボンディングワイヤを金と他の金属との合金からなるものにすれば、ワイヤ中へのアルミの拡散を抑制し、ワイヤ強度を向上できると考えた。

【0017】

そして、ボンディングワイヤを構成する金属として、種々の金の合金を用いて実験検討した結果、ボンディングワイヤを金とパラジウムから構成された合金よりなるものにすれば、上記目的を達成できることを見出した。

【0018】

すなわち、請求項1に記載の発明では、導電材料よりなる導体部（2）と、圧力を検出してその検出値に応じたレベルの電気信号を発生する半導体よりなるセ

ンサチップ（３）と、センサチップと導体部とを電氣的に接続するボンディングワイヤ（５）と、電氣的な絶縁性且つ柔軟性を有し、センサチップ及びボンディングワイヤを被覆して保護する保護部材（６）とを備える半導体圧力センサにおいて、ボンディングワイヤは、金とパラジウムから構成された合金よりなることを特徴とする。

【0019】

それによれば、ボンディングワイヤを、金とパラジウムから構成された合金よりなるものにするることにより、従来に比べてボンディングワイヤを極力太くすることなく、当該ワイヤの強度を向上させることができる。

【0020】

具体的には、請求項２に記載の発明のように、ボンディングワイヤ（５）の線径は $\phi 40\mu\text{m}$ 以下にすることができる。

【0021】

また、請求項３に記載の発明のように、センサチップ（３）からの電気信号を処理するための回路チップを備えており、回路チップとセンサチップとが第２のボンディングワイヤによって電氣的に接続されており、回路チップおよび第２のボンディングワイヤも保護部材（６）によって被覆されて保護されている場合、第２のボンディングワイヤも、金とパラジウムから構成された合金よりなるものにできる。

【0022】

それによれば、いわゆるチップーチップ間を接続する第２のボンディングワイヤについても、従来に比べてボンディングワイヤを極力太くすることなく、当該ワイヤの強度を向上させることができる。

【0023】

そして、この第２のボンディングワイヤについても、請求項４に記載の発明のように、線径が $\phi 40\mu\text{m}$ 以下であるものにできる。

【0024】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0025】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。図1は、本発明の実施形態に係る半導体圧力センサ100の要部概略断面図である。このセンサ100は、例えば、自動車のエンジン吸気圧測定用圧力センサとして適用できる。

【0026】

ケース1は、例えばフィラーが充填されたエポキシ樹脂やPPS（ポリフェニレンサルファイド）、PBT（ポリブチレンテレフタレート）の樹脂等よりなり、型成形等にて作られる。

【0027】

このケース1には、銅などの導電材料よりなるターミナル（本発明でいう導体部に相当）2がインサート成形等により一体的に設けられている。このターミナル2は、ケース1の適所にて外部に露出し、外部配線部材と電氣的に接続されるものである。

【0028】

また、ケース1の内部には、圧力を検出してその検出値に応じたレベルの電気信号を発生する半導体よりなるセンサチップ3が、設けられている。本例のセンサチップ3は、ピエゾ抵抗効果を利用した周知構成のもので、ダイアフラムと該ダイアフラム上に形成された拡散抵抗等を備えることによって、センサチップ3の厚さ方向に加わる応力に基づいて信号が出力されるようになっている。

【0029】

このセンサチップ3は、ケース1に形成された凹部1aの底面にガラス台座4を介して、例えばフロロシリコン系の接着剤等からなる接着剤4aによりダイボンディングされている。

【0030】

また、センサチップ3の上面には、ボンディングパッド3aが形成されている。このボンディングパッド3aとしては、スパッタや蒸着等にて成膜されたアルミ基材からなるアルミ膜が典型的なものである。アルミ基材としては、Al、Al-Si、Al-Si-Cu等が挙げられ、本例のパッド3aでは、Al-Si

—Cu合金からなるアルミ膜としている。

【0031】

そして、このセンサチップ3のボンディングパッド3aと、ターミナル2とは、金(Au)とパラジウム(Pd)から構成された合金(Au-Pd合金)よりなるボンディングワイヤ5によって結線され、電氣的に接続されている。

【0032】

このAu-Pd合金よりなるボンディングワイヤ5は、ウェッジボンディング法により形成されるものであり、その合金組成は、Pdが1%~10%程度、残部がAuであるものを採用することができる。

【0033】

また、ボンディングワイヤ5の線径は $\phi 40\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $\phi 30\mu\text{m}$ ~ $\phi 40\mu\text{m}$ である。本例のボンディングワイヤ5では、Au:99%、Pd:1%の合金組成であって、線径が $\phi 38\mu\text{m}$ のものを採用している。

【0034】

また、ケース1内には、センサチップ3及びボンディングワイヤ5の保護、電氣的な絶縁性の確保、並びに防食などを図るための絶縁材料製の保護部材6が、センサチップ3及びボンディングワイヤ5を埋めるように充填されている。

【0035】

この保護部材6により、センサチップ3、ボンディングワイヤ5、センサチップ3とボンディングワイヤ5との接続部、及び、リード部材2とボンディングワイヤ5との接続部が、被覆保護されている。

【0036】

このような保護部材6としては、電気絶縁性、柔軟性、耐熱衝撃性、耐振動性、耐熱・耐寒性に優れたフッ素ゲル、シリコーンゲル、フロロシリコーンゲル等のゲル材料が用いられる。本例では、圧力センサに用いられるゲルの中でも、最も透湿性の低いフッ素ゲルを採用している。

【0037】

このフッ素ゲルからなる保護部材6は、センサチップ3およびワイヤボンディングがなされたケース1の内部へ、流動状態で充填された後、熱硬化処理(例え

ば、約 150℃で90分程度加熱する処理)を行うことで、ケース1内へ配設される。

【0038】

そして、このような半導体圧力センサ100においては、図1中の白抜き矢印Pに示すように、保護部材6の表面から圧力が印加され、この圧力は保護部材6を介してセンサチップ3に印加される。

【0039】

このとき、センサチップ3からは印加圧力に応じたレベルの電気信号が発生し、この信号は、金属薄膜3aからボンディングワイヤ5、リード部材2を介して外部へ取り出される。こうして、圧力検出が可能となっている。

【0040】

ところで、本実施形態では、ボンディングワイヤ5を、金とパラジウムから構成された合金よりなるものになっている。このようなボンディングワイヤ5を採用した根拠について述べる。

【0041】

センサチップ3上に形成されるボンディングパッド3aとして、Al-Si-Cuからなる厚さ1.35 μ mのアルミ膜を用い、ボンディングワイヤ5として、Au-Pd合金(Pd1%、残部Au)からなる本実施形態のワイヤと、比較例として従来の純金からなるワイヤとを用いた。本実施形態のワイヤと比較例のワイヤとは同じ線径(例えば ϕ 38 μ m)とした。

【0042】

そして、175℃の温度環境にて2時間放置した後、引っ張り強度を測定した。この引っ張り強度試験では、ボンディングワイヤ5のネック部の断線が発生した時点の強度を求めた。その結果、比較例のワイヤでは引っ張り強度が9gfであったのに対し、本実施形態のワイヤ5では引っ張り強度が15gfであり、ワイヤ強度の向上が見られた。

【0043】

なお、例えば、ボンディングパッド5として、Al-Siからなる厚さ5.5 μ mのアルミ膜を用いた場合でも、本実施形態のワイヤ5における引っ張り強度

の優位性を確認することができた。このように、Au-Pd合金からなるボンディングワイヤ5とすることにより、従来に比べてワイヤ強度の向上が見られることを確認した。

【0044】

次に、実際に、上記図1に示した半導体圧力センサ100の構造において、ボンディングワイヤ5として、Au-Pd合金（Pd1%、残部Au）からなる本実施形態のワイヤと、比較例として従来の純金からなるワイヤとを用いたものを作製した。

【0045】

ここで、本実施形態のボンディングワイヤ5としては、線径が $\phi 38\mu\text{m}$ のものをを用い、比較例のワイヤの線径としては、従来レベルの範囲である $\phi 30\mu\text{m}$ 、および従来よりも太く且つチップの高集積化には不適な太さである $\phi 50\mu\text{m}$ の2種類とした。

【0046】

そして、これら本実施形態および比較例について、自動車用の仕様としては一般的な -40°C 、30分と 125°C 、30分との冷熱サイクル試験を行った。その結果、 $\phi 30\mu\text{m}$ の純金のボンディングワイヤを用いた従来のものでは、数百サイクルで、ワイヤネック部の断線が生じた。

【0047】

それに対し、チップの高集積化には不適なまでに太くした $\phi 50\mu\text{m}$ の純金のボンディングワイヤを用いたもの、および本実施形態のボンディングワイヤ5を用いたものでは、約10倍の数千サイクルまで寿命が延びた。

【0048】

つまり、本実施形態のAu-Pd合金からなるボンディングワイヤ5では、従来レベルの線径を維持しつつ、ボンディングワイヤ5の強度を向上させ得ることが確認できた。以上が、ボンディングワイヤ5を、金とパラジウムから構成された合金よりなるものにした根拠である。

【0049】

このように、本実施形態の半導体圧力センサ100によれば、ボンディングワ

イヤ 5 を、金とパラジウムから構成された合金よりなるものにより、チップの高集積化を阻害しない従来レベルの太さ（例えば $\phi 40 \mu\text{m}$ ）にて、当該ワイヤ 5 の強度を向上させることができる。

【0050】

（他の実施形態）

なお、上記半導体圧力センサ 100 において、図示しないが、ケース 1 の適所に、センサチップ 3 からの電気信号を処理するための回路チップを設け、当該回路チップとセンサチップ 3 とを第 2 のボンディングワイヤによって電氣的に接続し、回路チップおよび第 2 のボンディングワイヤも保護部材 6 によって被覆・保護しても良い。

【0051】

この場合、上記第 2 のボンディングワイヤも、金とパラジウムから構成された合金よりなるものにできる。それによれば、いわゆるチップーチップ間を接続する第 2 のボンディングワイヤについても、従来に比べてボンディングワイヤを極力、太くすることなく、当該ワイヤの強度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

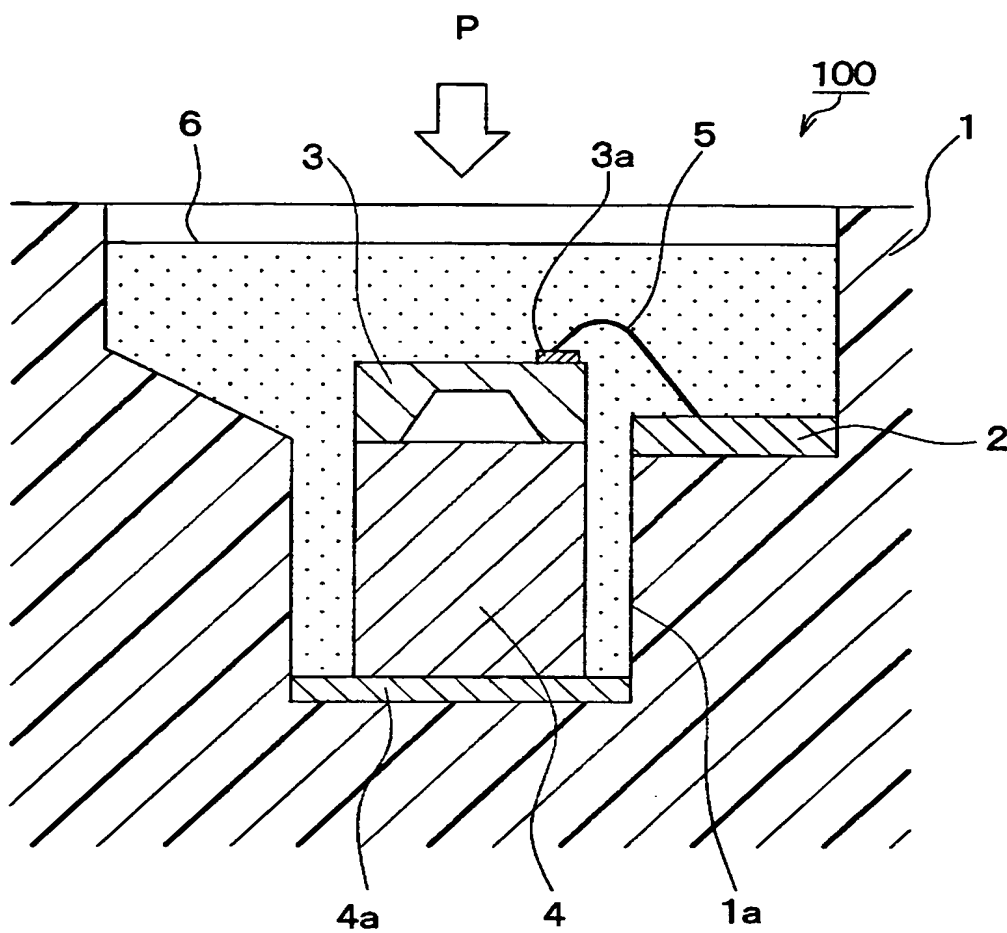
本発明の実施形態に係る半導体圧力センサの要部概略断面図である。

【符号の説明】

2…導体部としてのターミナル、3…センサチップ、
5…ボンディングワイヤ、6…保護部材。

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フル充填ゲル構造を有する半導体圧力センサにおいて、ボンディングワイヤを極力太くすることなく、当該ワイヤの強度を向上させる。

【解決手段】 導電材料よりなる導体部 2 と、圧力を検出してその検出値に応じたレベルの電気信号を発生する半導体よりなるセンサチップ 3 と、センサチップ 3 と導体部 2 とを電氣的に接続するボンディングワイヤ 5 と、電氣的な絶縁性且つ柔軟性を有し、センサチップ 3 及びボンディングワイヤ 5 を被覆して保護する保護部材 6 とを備える半導体圧力センサ 100 において、ボンディングワイヤ 5 は、金とパラジウムから構成された合金よりなる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 5 0 9 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー